

Semiconductor element and semiconductor laser

Patent number: CN1119795
Publication date: 1996-04-03
Inventor: FUJI NARITAKA (JP); KIMURA TATSUYA (JP)
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)
Classification:
- **international:** H01S5/30P
Application number: CN19950102037 19950220
Priority number(s): JP19940229500 19940926

Also published as:

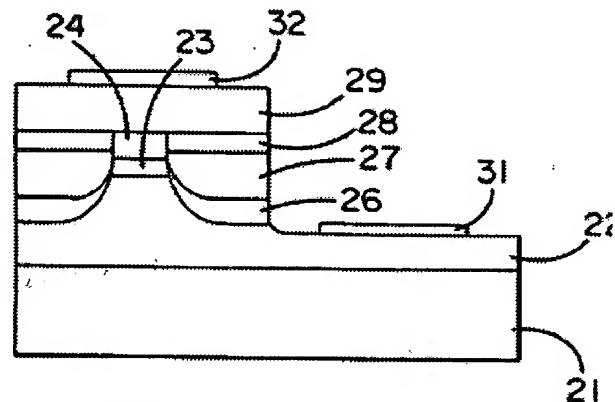
-  US5547899 (A1)
-  JP8097498 (A)
-  GB2293485 (A)
-  DE19518947 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for CN1119795

Abstract of corresponding document: **US5547899**

In a method of making a semiconductor device, a p-type compound semiconductor layer containing zinc as a dopant impurity and including at least one transition metal element selected from the group consisting of Fe, V, Cr, Mn, Co, and Ni is grown on a second semiconductor layer, the at least one transition metal element inhibiting zinc from diffusing into the second semiconductor layer. A method of making a semiconductor laser includes growing the p-type compound semiconductor layer containing zinc as a cladding layer and the second layer is an undoped compound semiconductor active layer.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95102037.4

[51]Int.Cl⁶

[43]公开日 1996年4月3日

H01S 3/18

[22]申请日 95.2.20

[30]优先权

[32]94.9.26 [33]JP[31]229500 / 94

[71]申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 藤井就亮 木村达也

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

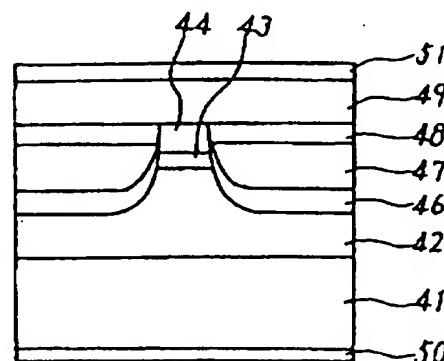
代理人 王以平

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 半导体器件及半导体激光器

[57]摘要

本发明涉及抑制 Zn 从掺 Zn 的 P 型 III-V 族化合物半导体层向与其邻接的有源层中扩散的半导体器件及半导体激光器。为抑制 Zn 从与有源层相邻接的掺 Zn 的覆盖层向有源层扩散而在掺 Zn 覆盖层再添加 Fe 或过渡金属元素。



权利要求书

1. 一种半导体器件，该器件具有与有源层邻接的 P 型 III—V 族化合物半导体层，其特征在于：在上述 P 型 III—V 族化合物半导体层中添加了 Zn 和 Fe。
2. 一种半导体器件，该器件具有与有源层邻接的 P 型 III—V 族化合物半导体层，其特征在于：在上述 P 型 III—V 族化合物半导体层中添加了 Zn 与过渡金属元素。
3. 一种半导体器件，该器件具有：添加了 Fe 的化合物半导体层、在该化合物半导体层上形成的添加了 Zn 和由上述化合物半导体扩散而来的 Fe 的 P 型 III—V 族化合物半导体层，以及在该 P 型 III—V 族化合物半导体层上形成的有源层。
4. 一种半导体激光器件，该器件具有：添加了 Fe 的化合物半导体层、在该化合物半导体层上形成的添加了 Zn 及由上述化合物半导体层扩散而来的 Fe 的 P 型 III—V 族化合物半导体覆盖层、在该覆盖层上形成的有源层，以及在该有源层上形成的 n 型 III—V 族化合物半导体覆盖层。
5. 一种半导体激光器件，该器件具有：添加了 Zn 与 Fe 的 P 型 III—V 族化合物半导体覆盖层、一侧表面与该覆盖层相邻接而形成的有源层，以及与该有源层另一侧表面相邻接而形成的 n 型

III—V 族化合物半导体覆盖层。

6. 一种半导体激光器件, 该器件具有: 添加了 Zn 与过渡金属元素的 p 型 III—V 族化合物半导体覆盖层、一侧表面与该覆盖层相邻接而形成的有源层, 以及与该有源层另一侧表面相邻接而形成的 n 型 III—V 族化合物半导体覆盖层。

7. 一种半导体激光器件, 该器件具有: $Fe-InP$ 化合物半导体层、在该化合物半导体层上形成的添加了 Zn 及由上述化合物半导体扩散而来的 Fe 的 p 型 InP 覆盖层、在该覆盖层上形成的 $InGaAsP$ 有源层, 以及在该有源层上形成的 n 型 InP 覆盖层。

8. 一种半导体激光器件, 该器件具有: 添加了 Zn 与 Fe 的 p 型 InP 覆盖层、一侧表面与该覆盖层相邻接而形成的 $InGaAsP$ 有源层, 以及与该有源层另一侧表面相邻接而形成的 n 型 InP 覆盖层。

9. 一种半导体激光器件, 该器件具有: 添加了 Zn 与过渡金属元素的 p 型 InP 覆盖层、一侧表面与该覆盖层相邻接而形成的 $InGaAsP$ 有源层, 以及与该有源层另一侧表面相邻接而形成的 n 型 InP 覆盖层。

说 明 书

半导体器件及半导体激光器

本发明涉及抑制 Zn 从掺 Zn 的 p 型 III—V 族化合物半导体层向与该半导体层邻接的有源层中扩散的半导体器件及半导体激光器。

参照图 5, 说明常规的长波长激光器的构造及制造方法。首先, 如图 5 所示, 通过 MOCVD 法在 p 型 InP 基片 1 上依次生长 p 型 InP 覆盖层 2。非掺杂的 InGaAsP 有源层 3, 以及 n 型 InP 覆盖层 4, 形成 DH 结构。

其次, 如图 5(b) 所示, 在 n 型 InP 覆盖层 4 上形成氧化硅(是指含 SiO_2 的氧化硅, 下同) 膜 5 等的绝缘膜, 以氧化硅膜 5 作蚀刻掩模进行脊形腐蚀之后, 再以氧化硅膜 5 作选择生长的掩蔽, 由 MOCVD 法依次选择生长 p 型 InP 层 6、n 型 InP 层 7 及 p 型 InP 层 8, 从而形成阻挡层。

再次, 如图 5(C) 所示, 除去氧化硅膜 5, 在 n 型 InP 覆盖层 4 及 p 型 InP 层 8 上, 通过 MOCVD 法生长 n 型 InP 接触层 9, 然后分别在 p 型 InP 基片 1 和 n 型 InP 接触层 9 上形成 p 侧电极 10 及 n 侧

电极 11。

在制造如上所述的半导体激光器时，使用 Zn 作为 p 型掺杂剂， S 作 n 型掺杂剂。因此，在生成非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层 3 之后进行的结晶生长所致的热处理工艺中，掺入 p 型 InP 覆盖层 2 的 Zn 将扩散到非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层中。尤其是， p 型 InP 覆盖层 2 中的 Zn 浓度越高， Zn 向非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层 3 中扩散得越显著。在 $InGaAsP$ 系半导体中若混入 Zn ，则使半导体结晶的光学特性变坏，因此， Zn 向有源层的扩散 成为激光器特性低下的原因。

本发明之目的在于：抑制 Zn 向有源层扩散，防止光学特性变坏。

本发明的半导体器件在设有与有源层邻接的 p 型 III-V 族化合物半导体层的半导体器件中，向 p 型 III-V 族化合物半导体层中添加 Zn 及 Fe 。

另外，本发明的半导体器件在设有与有源层邻接的 p 型 III-V 族化合物半导体 层的半导体器件中，向 p 型 III-V 族化合物半导体层中添加 Zn 及过渡金属元素。

再有，本发明的半导体器件具有添加了 Fe 的化合物半导体层、形成在该化合物半导体层上且添加了 Zn 及由该化合物半导体层扩散来的 Fe 的 p 型 III-V 族化合物半导体层，以及在该半导体层上形成的有源层。

此外，本发明的半导体激光器具有添加了 Fe 的化合物半导体

层、形成在该半导体层上且添加了 Zn 及由上述半导体层扩散来的 Fe 的 p 型 III—V 族化合物半导体覆盖层、在该覆盖层上形成的有源层，以及在该有源层上形成的 n 型 III—V 族化合物半导体覆盖层。

另外，本发明的半导体激光器具有添加了 Zn 与 Fe 的 III—V 族化合物半导体覆盖层、一侧表面与该覆盖层邻接所形成的有源层，以及与该有源层另一侧表面邻接所形成的 n 型 III—V 族化合物半导体覆盖层。

还有，本发明的半导体激光器具有添加了 Zn 与过渡金属元素的 p 型 III—V 族化合物半导体覆盖层、一侧表面与该覆盖层邻接所形成的有源层，以及与该有源层另一侧表面邻接所形成的 n 型 III—V 族化合物半导体覆盖层。

再有，本发明的半导体激光器具有 Fe—InP 化合物半导体层、形成在该半导体层上且添加了 Zn 和由上述半导体层扩散来的 Fe 的 p 型 InP 覆盖层、在该覆盖层上形成的 InGaAsP 有源层，以及在该有源层上形成的 n 型 InP 覆盖层。

本发明的半导体激光器还具有添加了 Zn 与 Fe 的 p 型 InP 覆盖层、一侧表面与该覆盖层邻接而形成的 InGaAsP 有源层，以及与该有源层另一侧表面邻接而形成的 n 型 InP 覆盖层。

另外，本发明的半导体激光器具有添加了 Zn 与过渡金属元素的 p 型 InP 覆盖层、一侧表面与该覆盖层邻接而形成的 InGaAsP

有源层,以及与该有源层另一侧表面邻接而形成的n型InP覆盖层。

在本发明的半导体器件中,因在添加了Zn的p型III—V族化合物半导体层中还存在Fe或过渡金属元素,从而抑制了Zn向与上述化合物半导体层邻接的有源层扩散。

此外,在本发明的半导体激光器中,因在添加了Zn的p型III—V族化合物半导体覆盖层中存在Fe或过渡金属元素,从而能抑制Zn向与上述覆盖层邻接的有源层扩散。

再者,在依本发明的半导体激光器中,因在添加了Zn的p型InP覆盖层中存在Fe或过渡金属,从而能抑制Zn向与上述覆盖层邻接的InGaAsP有源层扩散。

下面,将结合附图描述本发明。

图1是表示本发明一实施例的长波长激光器的制造方法及其所对应的工艺步骤的剖面图。

图2是表示分别对本发明一实施例的长波长激光器以及常规的长波长激光器采用二次离子质谱分析法所测得的掺杂纵深分布图。

图3是表示本发明另一实施例的长波长激光器的剖面图。

图4是表示本发明又一实施例的长波长激光器的剖面图。

图5是表示常规的半导体激光器及其所对应的制造方法的工艺步骤的剖面图。

实施例 1

图 1 是表示本发明一实施例的长波长半导体激光器的结构及其制造方法的工艺步骤的剖面图。

首先, 如图 1(a) 所示, 通过 MOCVD 法在 $Fe-InP$ 基片 21 上生长 p 型 InP 覆盖层 22, 使 $Fe-InP$ 基片 21 中的 Fe 向 p 型 InP 覆盖层 22 中扩散。此时的生长条件用常规 MOCVD 法生长 InP 时用的生长条件即可。接着, 在 p 型 InP 覆盖层 22 上依次生长非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层 23 以及 n 型 InP 覆盖层 24, 形成 DH 结构。再有, 非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层 23 为量子阱结构即可。

其次, 如图 1(b) 所示, 在 n 型 InP 覆盖层 24 上形成由氧化硅膜 25 等形成的绝缘膜, 以该氧化硅膜 25 作为蚀刻掩模进行脊形蚀刻。接着, 以氧化硅膜 25 作选择生长的掩蔽, 通过 MOCVD 法依次选择生长 p 型 InP 层 26、 n 型 InP 层 27、 p 型 InP 层 28, 以形成阻挡层。

接着, 如图 1(c) 所示, 除去图 1(b) 中的氧化硅膜 25, 用 MOCVD 法在 n 型 InP 覆盖层 24 及 p 型 InP 层 28 上形成 n 型 InP 接触层 29。

然后, 如图 1(d) 所示, 在 n 型 InP 接触层 29 上形成氧化硅膜 30 等形成的绝缘膜, 以此氧化硅膜作为蚀刻掩模, 通过蚀刻除去 n 型 InP 接触层 29、 p 型 InP 层 28、 n 型 InP 层 27 及 p 型 InP 层 26 的一部分, 露出 p 型 InP 覆盖层 22 的一部分。

再后, 如图 1(e) 所示, 在 p 型 InP 覆盖层 22 及 n 型 InP 接触层

29 上分别形成 p 侧电极 31 以及 n 侧电极 32。

经以上各步制造如图 1(e)所示结构的长波长半导体激光器,在此,使用 Zn 作为 p 型掺杂剂,而使用 S 作为 n 型掺杂剂。在本实施例中,在 p 型 InP 覆盖层 22 中,同时存在着占据Ⅲ族位置成为受主的 Zn 和占据Ⅲ族位置、形成深能级成为电子陷阱的 Fe 。因此,能抑制 p 型 InP 覆盖层 22 中的 Zn 向邻接的非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层 23 的扩散。

图 2 是表示采用二次离子质谱分析法测定的掺杂纵深分布图。图 2(a) 是表示本发明实施例 1 的结构的半导体激光器的掺杂纵深分布图,从此可知, Fe 的存在可抑制 Zn 向有源层的扩散。与此相对应,图 2(b) 是表示常规的半导体激光器的有源层附近的掺杂纵深分布图,显示出 p 型覆盖层中的 Zn 以高浓度扩散到整个有源层。另外,在图 2 中,横轴是自 n 型覆盖层起算的深度,纵轴表示 Zn 或 Fe 的浓度。

这样,就常规半导体激光器而言, Zn 从掺 Zn 的 p 型覆盖层以高浓度扩散到整个有源层,但在实施例 1 的 $Fe-InP$ 基片 21 上生长了掺 Zn 的 p 型覆盖层 22 的激光器中,因 Fe 已从 $Fe-InP$ 基片扩散到 p 型覆盖层中,此 Fe 的存在抑制了 Zn 向非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层 23 的扩散。

实施例 2

图 3 是表示本发明另一实施例的长波长激光器的剖面图。通过

MOCVD 法在 p 型 InP 基片 41 上生长 p 型 InP 覆盖层 42, 此时在 p 型 InP 覆盖层 42 中已同时掺入了 Zn 和 Fe 。采用例如二乙基锌 ($DEZn$) 与二茂(络)铁 ($Fe(C_5H_5)_2$) 作为掺杂气体。接着与常规器件相同, 形成非掺杂 $InGaAsP$ 有源层 43、 n 型 InP 覆盖层 44、 p 型 InP 46、 n 型 InP 层 47、 p 型 InP 层 48、 n 型 InP 接触层 49, 最后分别在 p 型 InP 基片 41 和 n 型 InP 接触层 49 上形成 p 侧电极 50 以及 n 侧电极 51。在本实施例中, 由于 p 型 InP 覆盖层中存在着 Zn 与 Fe , 从而抑制了 Zn 向非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层扩散。

另外, 在用 n 型 InP 基片代替 p 型 InP 基片 41 的长波长激光器中, 由于在 p 型 InP 覆盖层 42 中掺有 Zn 与 Fe , 可得到同样的效果。

实施例 3

图 4 是表示依本发明的又一实施例的长波长激光器的剖面图。通过 MOCVD 法在 n 型 InP 基片 61 上生长 $Fe-InP$ 层 62, 接着在 $Fe-InP$ 层 62 上生长 p 型 InP 覆盖层 22, 使 $Fe-InP$ 层 62 中的 Fe 扩散到 p 型 InP 覆盖层 22 中。之后, 生长非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层 23。其余的步骤与图 1 所示的实施例 1 相同, 图 4 中与图 1 相同的符号表示与图 1 相同或相当的部分。在本实施例中, 因 $Fe-InP$ 层 62 中的 Fe 扩散使 p 型 InP 覆盖层 22 中同时存在 Fe 和 Zn , 从而抑制了 p 型 InP 覆盖层 22 中的 Zn 向邻接的非掺杂的 $InGaAsP$ 有源层 23 中的扩散。

实施例 4

实施例 2 说明了将 Zn 与 Fe 同时掺杂到 p 型 InP 覆盖层 42 中, 以抑制 Zn 向非掺杂的 InGaAsP 有源层 43 中的扩散的情况, 通过把与 Fe 一样在 InP 中占据Ⅲ族位置而形成深能级的 V、Cr、Mn、Co、Ni 中的任一种或二种以上的过渡金属元素与 Zn 同时掺到 p 型 InP 覆盖层 42 中, 也能抑制 Zn 向邻接的非掺杂的 InGaAsP 有源层 43 的扩散。

实施例 5

以上说明的是长波长激光器, 但不限于长波长激光器, 在短波长激光器、可见光激光器中, 通过使掺 Zn 的 p 型覆盖层中含有 Fe 或过渡金属元素, 也能抑制 Zn 从 p 型覆盖层向与之邻接的有源层中的扩散、防止激光器特性的变坏。

此外, 也不限于半导体激光器, 在其它的半导体器件中, 通过使与有源层 邻接的掺 Zn 的 p 型Ⅲ—V 族半导体层中同时含有 Zn 与 Fe 或过渡金属元素, 也能抑制 Zn 向有源层中的扩散、防止特性变坏。

具有如上所述的结构的本发明可达到以下的效果。

由于在添加了 Zn 的 p 型Ⅲ—V 族化合物半导体层中再添加或扩散 Fe, 可抑制 Zn 向邻接的有源层扩散, 能防止半导体器件特性的恶化。

此外, 由于在添加了 Zn 的 p 型Ⅲ—V 族化合物半导体层中加

入过渡金属元素，因此能抑制 Zn 向邻接的有源层扩散、防止半导体器件特性的恶化。

另外，由于使添加了 Zn 的 p 型 III—V 族化合物半导体覆盖层中添加或扩散入 Fe，能抑制 Zn 向邻接的有源层扩散、使半导体激光器特性变好。

此外，由于使过渡金属元素加入到已添加了 Zn 的 p 型 III—V 族化合物半导体覆盖层中，故可以抑制 Zn 向邻接的有源层的扩散、使半导体激光器特性变好。

另外，由于在已添加了 Zn 的 p 型 InP 覆盖层中加入或扩散入 Fe，故可以抑制 Zn 向邻接的 InGaAsP 有源层的扩散、使半导体激光器的特性变好。

还有，由于在已添加了 Zn 的 p-InP 覆盖层中加入过渡金属元素，故可以抑制 Zn 向邻接的 InGaAsP 有源层的扩散、使半导体激光器的特性变好。

说 明 书 附 图

图 1

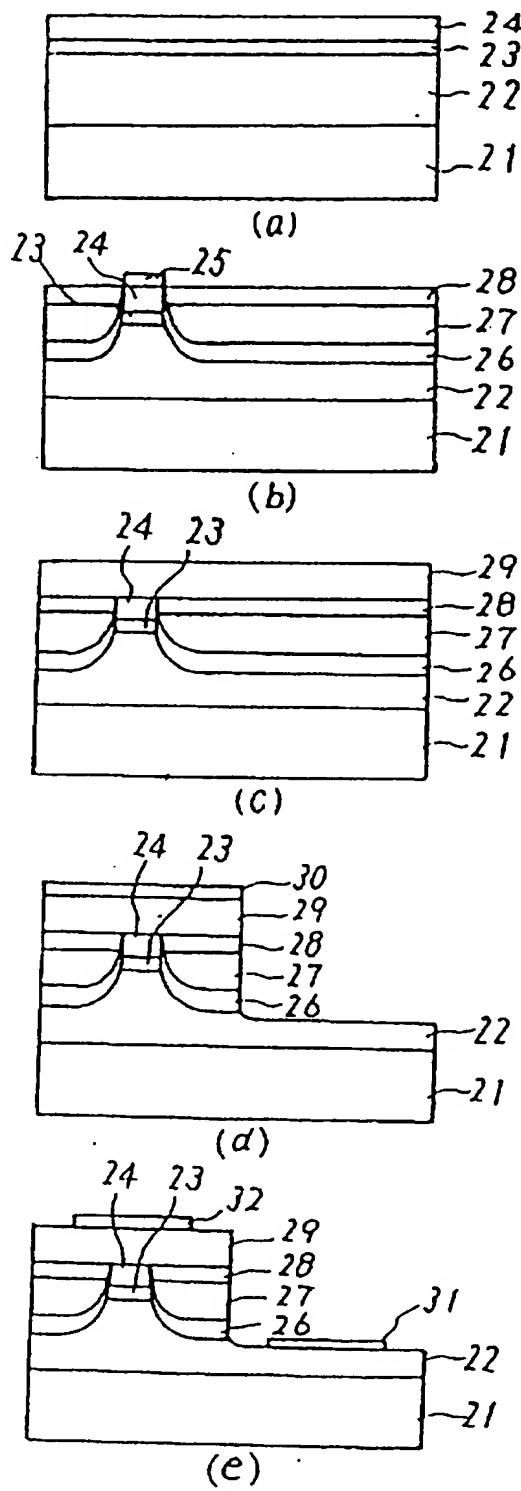


图 2

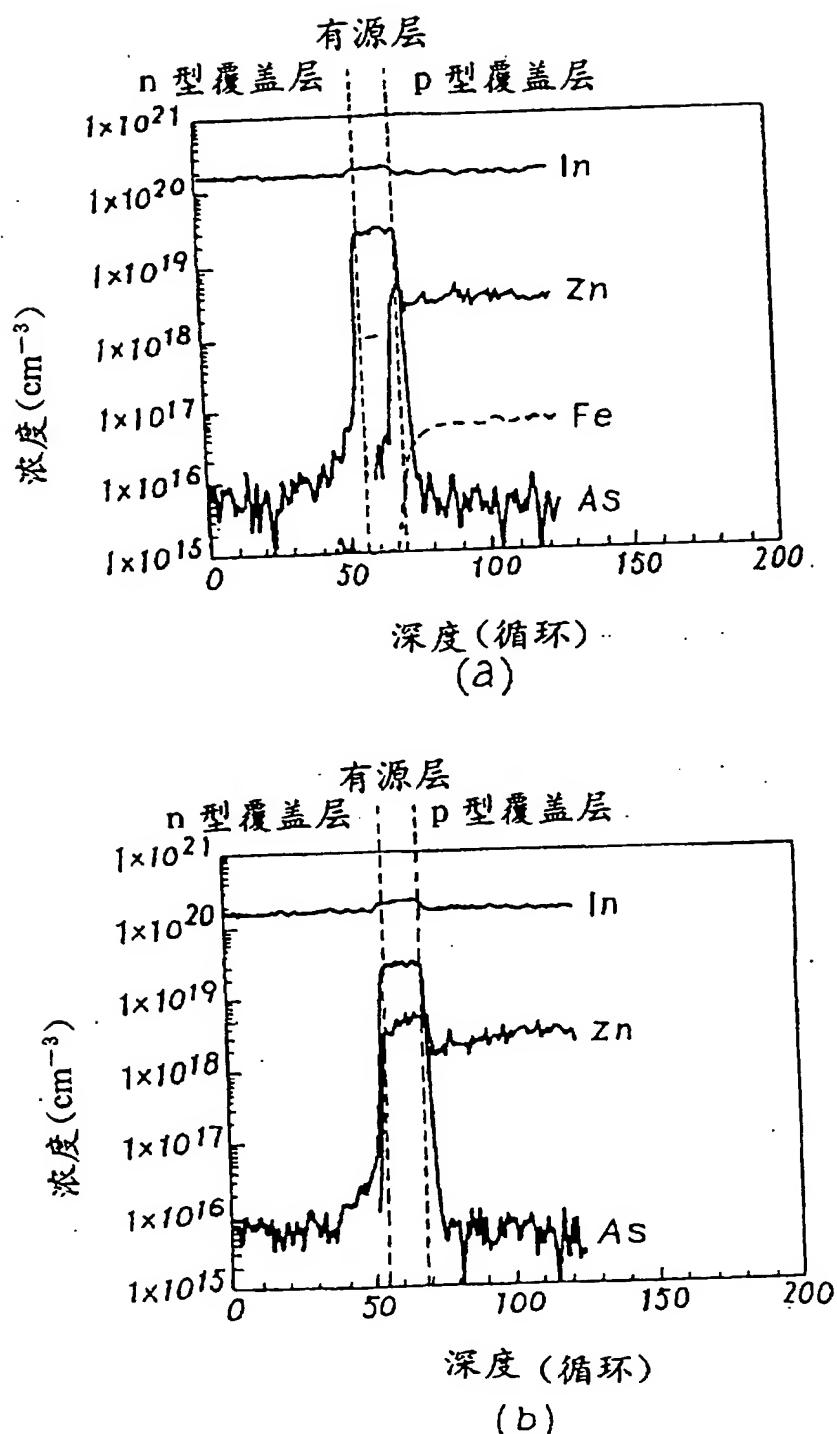


图 3

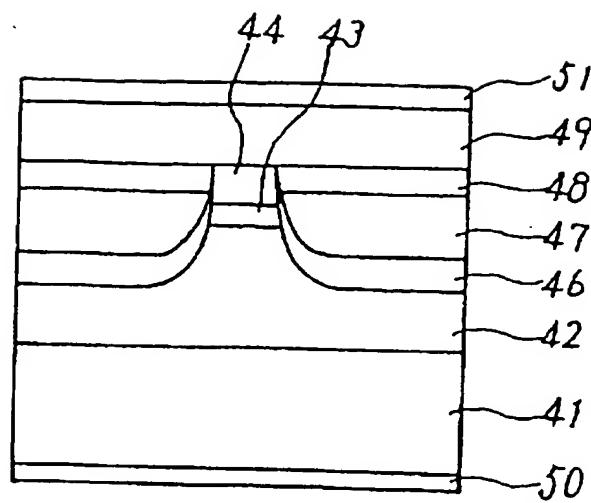


图 4

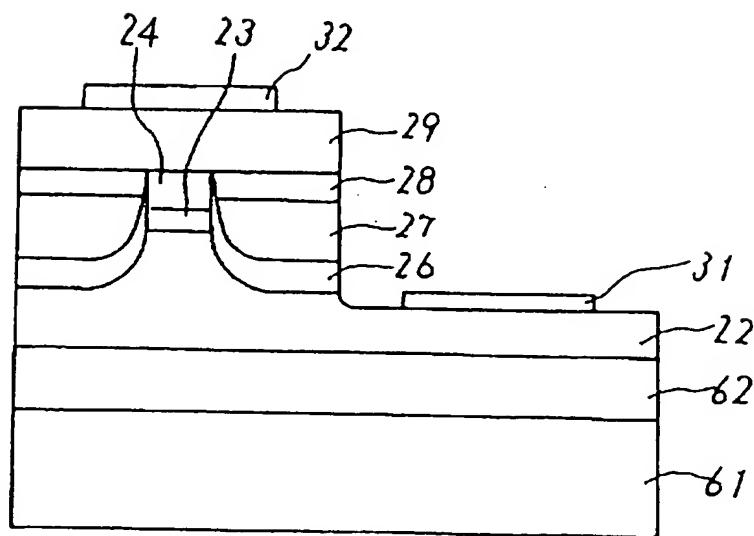
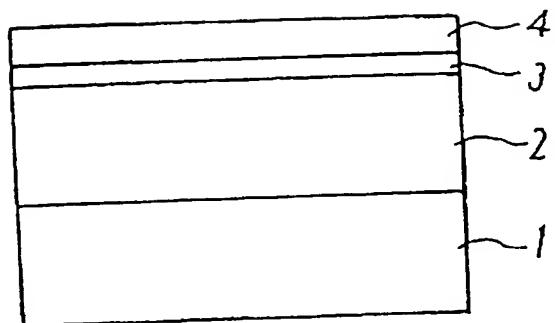
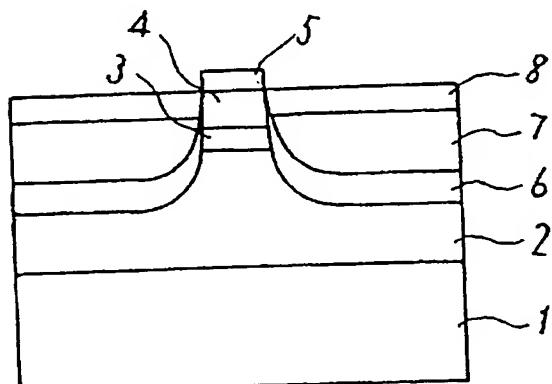


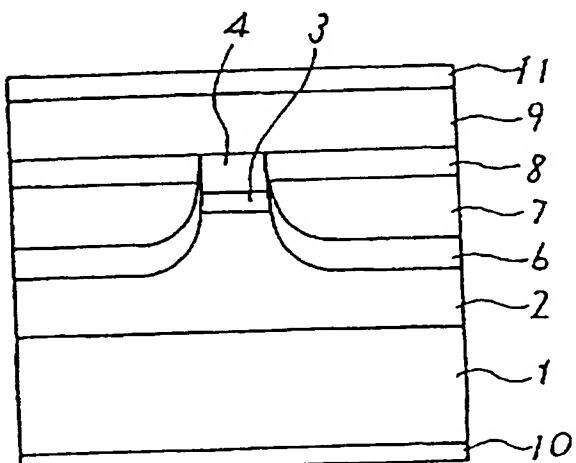
图 5



(a)



(b)



(c)